
EFFECTES DE L'APLICACIÓ DE DOS CONDICIONADORS DEL SÒL SOBRE LA INESTABILITAT ESTRUCTURAL EN UNA EXPERIÈNCIA DE CURTA DURADA.

Maria Caselles i Magallon*
Ramon Josa i March*

RESUM

Es presenten els resultats de l'aplicació al sòl d'acetat de polivinil i de fang compostat amb la finalitat de mesurar la variació de l'estabilitat estructural del sòl durant un període de 7 mesos, en una parcel·la situada al Vallès Occidental. L'eficàcia d'aquests productes ha estat mesurada utilitzant una modificació del test d'Inestabilitat Estructural. De l'aplicació del test es desprèn que té una estabilitat alta dels agregats i amb poca variabilitat. En aquestes condicions, l'aplicació dels condicionadors no millora d'una forma sensible l'índex d'ineestabilitat. El PVA millora la cohesió dels agregats i n'augmenta l'estabilitat en condicions de saturació d'aigua. El FC potencia els efectes estructurants de la matèria orgànica i no disminueix la cohesió inicial dels agregats.

PARAULES CLAU: Índex d'ineestabilitat estructural, Acetat de polivinil, Fang compostat, Sòl carbonatat, Vallès Occidental.

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos al aplicar acetato de polivinilo y residuos de depuradora compostados al suelo de una parcela del Vallès Occidental, con

*Escola Superior d'Agricultura. Barcelona.

el objeto de medir la variación de la estabilidad estructural durante un período de 7 meses. Su eficacia se ha valorado con el test de Inestabilidad Estructural. De los resultados se deduce una alta estabilidad de las muestras y una elevada homogeneidad del suelo. En estas condiciones ninguno de los dos productos mejora el índice de inestabilidad, pero el acetato de polivinilo aumenta la cohesión de los agregados y mejora su estabilidad frente a la saturación. Los residuos de depuradora potencian el efecto estructurante de la materia orgánica y mantienen la cohesión inicial de los agregados.

PALABRAS CLAVE: Índice de inestabilidad estructural, Acetato de polivinilo, Residuos compuestos, Suelo carbonatado, Vallès Occidental.

SUMMARY

This paper shows the effects of polivinil acetate, and the composted sluges, on soil structure at a plot in Vallès Occidental (NE Spain). The soil structure stability after seven months is measured by Structural Inestability test. The structural stability of soil aggregates is high and homogeneous on all the plot. The ratio of structural inestability test does not decrease after the soil treatment. The polivinil acetate increases the soil cohesion and improves the structure stability under saturation conditions. The compost sludges increase the organic matter effects on soil structure and they keep the initial cohesion of soil aggregates.

1. INTRODUCCIÓ

El sòl presenta canvis estacionals en algunes de les seves característiques, en especial les físiques. Es poden citar com a més significatives les que es deriven de l'organització de les partícules elementals, com són la densitat aparent, la porositat, la distribució de la macroporositat i l'estabilitat de l'estructura. Aquestes característiques, juntament amb la textura, que és pràcticament invariable, regulen d'una forma indirecta el creixement dels conreus en determinar la disponibilitat d'aigua per als vegetals, l'airejament i la respiració radicular, la resistència mecànica a la compactació i fins i tot la temperatura de l'aparell radicular (LETEY, 1985).

L'estabilitat de l'estructura del sòl, i en concret la dels horitzons superiors, incideix en la infiltració d'aigua de pluja i reg (LYNCH & BRAGG, 1985) i, per tant, en la recàrrega de la reserva hídrica del sòl. En els conreus tradicionals aquest fet no té excessiva importància si es fan les labors en el moment i en la forma adequada, però amb les tècniques de «no conreu» i «mínim conreu» adquireix una major rellevància. En alguns conreus de secà on s'apliquen aquestes tècniques, hom ha detectat que incideixen d'una forma negativa en l'estat de la reserva hídrica, encara que hi ha resultats que es poden considerar contradictoris (PASTOR, 1989).

La ràpida mineralització de la matèria orgànica, procés típic de les condicions climàtiques mediterrànies, i el baix nivell d'humus que solen tenir els sòls agrícoles, fan que molt sovint es mantinguin sense un dels principals agents cimentants: l'humus. En conseqüència, l'estructura queda debilitada i per tant minvada la seva resistència a l'acció mecànica de l'aigua de pluja, de forma que els agregats es trenquen amb major facilitat per l'impacte de les gotes de pluja (efecte *splash*).

Ja fa anys que es coneix la possibilitat de l'ús de condicionadors de l'estructura amb finalitats agrícoles (DE BOOT, 1972; DE BOOT & GABRIELS, 1976) i especialment hortícoles. Es tracta de polímers orgànics de síntesi, com per exemple l'acetat de polivinil (GREENE, POSNER & QUIRK, 1978), que, en aplicar-los al sòl, actuen formant una xarxa tridimensional que uneix les partícules que hi ha en una capa prima de sòl, millorant-ne d'aquesta manera l'estructura i les propietats que se'n deriven.

La seva aplicació en jardineria està força difosa, sobretot en sòls arenosos d'alta rendibilitat com per exemple camps de golf, pistes esportives, etc. El seu cost elevat, però, els fa encara prohibitius per a l'agricultura tradicional.

A més d'aquests productes, els correctors orgànics de rebuig com ara fems i compostos diversos, tenen un efecte comparable al que provoquen els condicionadors de síntesi. En aquest cas, però, això és degut al complement de substàncies húmiques col·loïdals que rep el sòl en aportar-los-hi.

En situacions molt desfavorables per al desenvolupament de l'estructura (p. ex. sòls arenosos) cal avaluar l'eficàcia de la utilització d'aquests productes mesurant la retenció hídrica o la infiltració. Per contra, en sòls de textures equilibrades, amb un drenatge més lent, la variabilitat lateral d'aquestes característiques requereix un gran nombre de repeticions per a la correcta valoració dels possibles efectes. En aquest sentit, la utilització de tècniques de laboratori que permeten mesurar la variació de l'estabilitat dels agregats és una via adequada, ja que permet de fer més repeticions.

La forma d'aplicació d'aquests productes i les circumstàncies que l'envolten poden tenir una influència considerable sobre el resultat final, de manera que és recomanable fer l'aplicació en condicions de camp (SHAVIV, RAVINA & ZASLLASKY, 1987), ja que en altre cas els productes utilitzats poden distribuir-se de forma que emmascarin els resultats esperats.

En aquest treball es presenten els resultats d'una experiència realitzada al Vallès Occidental, en la qual han estat aplicats dos condicionadors de l'estructura del sòl (un de sintètic i l'altre de tipus orgànic) amb la finalitat de poder avaluar la variació de l'estabilitat dels agregats del sòl en un període de 7 mesos. L'avaluació de l'eficàcia d'aquests productes ha estat feta utilitzant una modificació del test anomenat test d'Inestabilitat Estructural (HÉNIN, GRAS i MONNIER, 1972), que ja havia estat utilitzat en una anterior experiència similar (BALLESTER, HERETER i JOSA, 1989).

2. MATERIALS I METODOLOGIA. DISSENY DE L'EXPERIÈNCIA

2.1. La parcel·la experimental

Hom seleccionà una parcel·la de 325 m², situada a Torrebonica (Vallès Occidental). Les característiques analítiques de l'horitzó superior del sòl són: pH = 7,8; carbonats totals = 23,4%; matèria orgànica = 1,2%; conductivitat elèctrica de l'extracte 1:5 = 0,376 dS/m; i la textura és franco-llimosa. Aquests resultats han estat obtinguts amb els mètodes analítics habituals (USDA, 1975) a partir d'una mostra mitjana provinent dels primers 10 centímetres de sòl.

2.2. Establiment de parcel·les

En una primera fase, hom estudià el grau de variació de l'estabilitat de l'estructura de l'horitzó superior de la parcel·la. A l'inici de l'experiència foren recollides 13 mostres d'aproximadament 1/4 kg (a raó d'una mostra cada 25 m²) procedents d'una fondària d'entre 0 i 10 cm. Fou analitzada l'estabilitat estructural de totes les mostres.

En una segona fase, hom disposà un disseny de blocs a l'atzar, amb parcel·les experimentals de 6 x 1,20 m, separades entre elles per passadissos de 0,40 m. En el disseny es van preveure tres repeticions i dues parcel·les control d'iguals dimensions.

2.3. Condicionadors utilitzats

Foren utilitzats dos productes de natura orgànica. En primer lloc, l'acetat de polivinil (PVA), polímer de síntesi química que fou aplicat en forma de dispersió plàstica aquosa. En assecar-se, polimeritza i dona lloc a una fina xarxa tridimensional que envolta els agregats i deixa la porositat lliure per a la circulació de l'aire i de l'aigua.

Fou aplicat en superfície, amb un polvoritzador de motxilla, a raó de 30 g/m², i hom en féu una segona aplicació de 60 g/m² en una altra parcel·la, en la qual no ha estat observada cap diferència amb l'anterior, per la qual cosa no ha estat tinguda en compte a l'hora d'analitzar els resultats.

En segon lloc hom aplicà fang de depuradora compostat (FC) i enriquit amb adobs minerals, a raó de 2 kg/m². Les dosis aplicades corresponen a les necessitats de nitrogen per a un conreu de secà durant el primer any, i equivalen a 20 t/ha (SAÑA, comunicació oral). Fou aplicat superficialment, i posteriorment hom procedí a la seva incorporació manual a poca profunditat (fins a uns 10 cm).

2.4. Recollida i tractament de les mostres

La primera recollida de mostres fou feta durant el mes de gener de 1988, abans d'aplicar els condicionadors, aportació que hom féu també durant el mes de gener. El segon mostreig va tenir lloc el mes de juliol del mateix any. L'interval de

temps entre l'aplicació i el segon mostreig ha estat de 200 dies. Hom ha recollit mostres de totes les parcel·les (també 1/4 kg aprox.) per tal d'analitzar-ne l'estabilitat estructural.

Les mostres, un cop assecades a l'aire i passades per un sedàs de 2 mm de llum, es van sotmetre al test d'Inestabilitat Estructural (IE), que permet d'estudiar el comportament dels agregats enfront de l'efecte esclat i de l'acció mecànica per agitació en aigua. Aquest test, en utilitzar alcohol que elimina l'efecte esclat, i benzè, líquid no polar que es fixa a la matèria orgànica, permet una anàlisi més detallada de les causes que contribueixen a l'estabilitat de l'estructura.

Així doncs, de totes les mostres analitzades n'ha estat determinat el percentatge d'agregats estables en aigua (A_w), en benzè (A_b) i en alcohol (A_a), i hom ha comparat els resultats de l'estadi inicial amb els de l'estadi final. Per a cada tractament han estat fetes un mínim de dues repeticions.

3. RESULTATS I DISCUSSIÓ

Els resultats obtinguts en l'aplicació del test d'Inestabilitat Estructural al sòl de la parcel·la són recollits en la taula número 1. Són els percentatges d'agregats estables mesurats amb les mostres recollides abans de l'aplicació dels correctors de l'estructura. Amb aquests resultats hom ha calculat la mitjana, la desviació típica i el coeficient de variació dels agregats que no s'han desfet després dels tres pre-tractaments que preveu el test: aigua, benzè i alcohol.

Per tal de quantificar la variació estacional d'agregats estables, hom ha utilitzat un índex de variació (%EE) d'agregats estables des de l'inici (%AEi) fins al final (%AEf) de l'experiència:

$$\%EE = (\%AEf - \%AEi) \times 100 / \%AEi$$

Els valors d'AEi utilitzats són la mitjana dels valors obtinguts en el primer mostreig (taula 1), mentre que els valors d'AEf són recollits a la taula número 3 i han estat obtinguts a partir de les parcel·les testimoni.

També ha estat aplicat el mateix índex per tal d'avaluar els efectes dels diferents condicionadors de l'estructura. En aquest cas hom ha utilitzat els mateixos valors d'AEi de la primera presa de mostres, i els valors d'AEf (taula 3) han estat trobats per a cada condicionador (taula 2) com a mitjana de les repeticions realitzades. Els valors de l'índex de variació (%EE) són recollits a la taula número 4.

| | AEw | AEb | AEa | Is |
|----------|--------|--------|--------|-------|
| | 23,76% | 9,94% | 63,74% | 1,849 |
| | 19,62% | 9,94% | 66,22% | 1,745 |
| | 23,55% | 10,79% | 65,17% | 1,763 |
| | 14,72% | 10,79% | 52,42% | |
| | 15,22% | 11,02% | 48,36% | |
| | 18,22% | 11,16% | 56,66% | 1,776 |
| | 17,86% | 10,85% | 53,14% | |
| | 18,18% | 10,45% | 60,79% | 2,837 |
| | 18,28% | 10,87% | 54,74% | |
| | 15,80% | 9,31% | 47,95% | 2,913 |
| | 14,59% | 9,21% | 51,30% | 3,079 |
| | 17,84% | 10,10% | 53,60% | 2,319 |
| | 19,22% | 10,16% | 58,91% | |
| x | 18,22 | 10,35 | 56,38 | 2,285 |
| σ | 2,81 | 0,61 | 5,90 | 0,54 |
| CV | 15,42 | 5,89 | 10,46 | 23,63 |
| n | 13 | 13 | 13 | 8 |

Taula 1. Variabilitat de l'estabilitat estructural de la parcel·la. Percentatge d'agregats estables en aigua (AEw) i després dels tractaments amb benzè (AEb) i alcohol (AEa). Els valors d'Is corresponent a l'índex d'inestabilitat estructural.

| TRACTAMENT | AEw | AEb | AEa | Is |
|------------|--------|--------|--------|-------|
| TESTIMONI | 17,73% | 11,92% | 51,30% | 1,778 |
| | 19,35% | 10,43% | 53,95% | 2,152 |
| PVA | 28,72% | 12,78% | 61,08% | 1,285 |
| | 25,38% | 10,84% | 54,93% | 1,548 |
| | 24,01% | 11,67% | 55,09% | 2,144 |
| | 23,46% | 11,30% | 58,16% | 1,698 |
| FC | 24,79% | 13,05% | 55,67% | 1,382 |
| | 22,46% | 14,02% | 57,80% | |

Taula 2. Percentatges d'agregats estables en aigua, benzè i alcohol, de les parcel·les tractades (amb PVA i FC) i testimoni al final de l'experiència. Índex d'inestabilitat estructural al final de l'experiència.

| TRACTAMENT | TEMPS | AEw | AEB | AEa |
|------------|---------|--------|--------|--------|
| TESTIMONI | t = 0 | 18,22% | 10,35% | 56,38% |
| | t = 200 | 18,54% | 11,18% | 52,62% |
| PVA | t = 0 | 18,22% | 10,35% | 56,38% |
| | t = 200 | 25,39% | 11,65% | 57,31% |
| FC | t = 0 | 18,22% | 10,35% | 56,38% |
| | t = 200 | 23,63% | 13,53% | 56,74% |

Taula 3. Comparació dels percentatges estables a l'inici i al final de l'experiència en la parcel·la testimoni i en les tractades amb PVA i FC (vegeu text). Són els valors mitjans de les repeticions fetes.

| | EEw | EEb | EEa |
|------------------|---------|---------|--------|
| % EE (TESTIMONI) | +1,76% | +8% | -6,60% |
| % EE (PVA) | +39,35% | +12,56% | +1,65% |
| % EE (FC) | +29,70% | +30,72% | +0,64% |

Taula 4. Índex de variació (%EE) de l'estabilitat estructural entre l'inici i el final de l'experiència.

3.1. Variabilitat de la inestabilitat estructural de la parcel·la

L'Índex d'Inestabilitat Estructural (Is) és un nombre que pot variar entre 0,1 i 100. Per la seva pròpia definició, Is serà més petit com més gran sigui l'estabilitat del sòl.

El sòl de la parcel·la és força estable (Is entorn de 2) i es manté constant en tota la seva extensió. El baix valor d'Is queda explicat per les característiques texturals i mineralògiques del terra. Per contra, destaca el desigual nombre d'agregats estables que resulten en els tres pre-tractaments: el valor més alt es troba amb el pre-tractament amb alcohol, on hi ha també la dispersió més gran ($x = 56,38$; $\sigma = 5,89$) mentre que el valor més baix correspon als agregats estables en benzè ($x = 10,35$; $\sigma = 0,61$), també amb la menor dispersió. Sembla, per tant, que l'alta estabilitat que presenta la mostra és atribuïble majoritàriament a la cohesió dels col·loides minerals, més que no pas a l'acció cimentant de la matèria orgànica.

Malgrat l'alta estabilitat que reflecteixen els resultats del test, quan la mostra es posa en contacte amb l'aigua, el nombre d'agregats estables és baix; per tant, després d'una pluja intensa o d'un reg, aquest sòl tindrà una menor consistència de la que hom podria esperar d'un Is tan baix.

Estacionalment, la variació mesurada entre l'inici i els 200 dies transcorreguts és molt petita. El percentatge d'agregats estables en aigua és pràcticament el mateix en ambdues dates (taula 3). En el percentatge d'agregats estables en benzè, hom observa

una tendència a augmentar (+8%), a l'inrevés d'allò que ocorre en el pre-tractament amb alcohol on la tendència és a disminuir, encara que en cap cas no sembla significativa amb les rèpliques disponibles.

3.2. Influència dels tractaments

La influència dels condicionadors fou estudiada analitzant 8 mostres provinents de les tres parcel·les (testimoni i tractades amb PVA i amb FC).

3.2.1. Efectes del PVA

En aquest punt és convenient de considerar que la possible interacció entre el PVA i els productes orgànics que s'utilitzen en el test d'I.E. (alcohol i benzè) pot afectar els valors finals de l'índex de variació de l'estabilitat. En proves de laboratori, hom ha vist que les emulsions de PVA, són miscibles en alcohol i en aigua, mentre que en posar-lo en contacte amb el benzè, se separen clarament dues fases fins i tot després d'agitació. Per tant, si bé els resultats obtinguts amb alcohol i aigua poden resultar afectats per defecte, no succeeix així amb el benzè, on aquest efecte s'ha vist que és nul.

En comparar l'índex de variació (%EE) obtingut en mesurar l'estabilitat estructural després de l'aplicació de PVA i el de les parcel·les testimoni, observem un augment significatiu del percentatge d'agregats estables en aigua (de +1,76% a +39,35%) atribuïble al PVA, mentre que amb prou feines s'observa augment en els percentatges d'agregats estables en benzè (de +8% a +12,56%) i en alcohol (de -6,6% a +3%).

Així doncs, l'aplicació del PVA a sòls amb estructura estable millora l'estabilitat dels agregats, però no corregeix els desequilibris entre els resultats dels tres pre-tractaments.

3.2.2. Efectes del FC

L'aplicació del fang compostat provoca uns efectes similars als del PVA en els tres pre-tractaments. No obstant, això hom observa un increment major per al cas del benzè. Hom pot deduir que la matèria orgànica aportada en aquest cas té un efecte de compensació del desequilibri citat més amunt. Podem afirmar que, si bé l'aportació del FC no sembla que incrementi l'estabilitat d'una forma notable, en aquest sòl ja de per si estable, sí que millora les característiques d'aquesta estabilitat.

4. CONCLUSIONS

De l'aplicació del test d'Inestabilitat Estructural als sòls carbonatats d'una parcel·la de 325 m² situada al Vallès Occidental (Torrebonica) es desprèn que té una estabilitat molt alta i amb poca variabilitat ($I_s = 2,15$; $\sigma = 0,516$).

Malgrat el valor baix de l'Is, destaquen les diferències entre agregats estables en alcohol (56%), en aigua (18%) i en benzè (10%). Aquestes diferències s'interpreten entenent que la matèria orgànica té un paper molt poc rellevant en l'estabilitat de l'estructura d'aquests sòls. Contràriament, aquests sòls són molt sensibles a l'efecte esclat, que provoquen les gotes de pluja. Sembla doncs, que l'estabilitat de l'estructura és deguda gairebé totalment a la cohesió de les partícules col·loïdals d'origen mineral (minerals argilosos del sòl).

L'aplicació dels condicionadors de l'estructura utilitzats, no milloren d'una forma sensible l'índex d'instabilitat, però en canvi sí que provoquen un augment del nombre d'agregats estables, tot mantenint les diferències assenyalades més amunt.

El PVA millora la cohesió dels agregats i augmenta l'estabilitat dels agregats en condicions de saturació d'aigua.

Finalment, el FC actua potenciant els efectes estructurants deguts a la matèria orgànica, ensems que no disminueix la cohesió inicial de les mostres, sinó que, fins i tot, l'augmenta lleugerament tenint en compte que es tracta d'un sòl molt estable.

AGRAÏMENTS

Els autors volen expressar llur agraïment al Sr. J. ASTALS i a l'Obra Social de la Caixa, per les facilitats prestades, per a la realització de l'experiència; i al Sr. J. SAÑA per facilitar-nos el fang compostat; i també al Sr. S.M. REHECHO.

BIBLIOGRAFIA

- BALLESTER, J., HERETER, A. & JOSA, R., 1989. *Efecto de la aplicación de gallinaza líquida sobre la fertilidad física del suelo*, Com. de la XVI Reunión de la S.E.C.S., Lleida, Sept. de 1989.
- De BOOT, M. (Editor), 1972. Proc. Symp. Fundamentals of soil conditioning, Ghent, April 1972; S.U. of Ghent, Bèlgica.
- De BOOT, M. & GABRIELS, (Editors), 1976. 3rd. International Symposium on soil conditioning, Sept. 1975; S.U. of Ghent, Bèlgica.
- GREENE, POSNER & QUIRK, 1978. «Interactions of suspensions Ca-illite with PVA and Ca(OH)₂»; dins *Modification of soil structure*; Emerson, W., Bond, R. & Dexter, A. (Editors), J. Wiley, Chichester.
- HÉNIN, GRAS & MONNIER, 1972. *El perfil cultural*; Mundiprensa, Madrid.
- LETEY, 1985. *Advances in Soil Science*, vol. 1, B.A. Stewart ed., Springer-Verlag, N.Y.
- LYNCH, J.M. & BRAGG, E., 1985. «Microorganismes and soil aggregate stability»; dins *Advances in Soil Science*, vol. 2, B.A. Stewart ed., Springer-verlag, N.Y., 131-171.
- PASTOR, 1989. *Efecto del no-laboreo en olivar sobre la infiltración de agua en el suelo*. Invest. Agr.: Prod. Prot. veg., vol 4 (2), 225-247.

- SHAVIN, RAVINA & ZASLAVSKY, 1987. *Field evaluation of methods of incorporating soil conditioners*. Soil & Til. Res. 9, 151-160.
- S.C.S., 1975. *Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples*; U.S.D.A., SSIR 1. U.S. Govt. Printing Off., Washington D.C.